

115
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 62 283.3

Anmeldetag: 23. Dezember 1999

Anmelder/Inhaber: Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
Hamburg/DE

Bezeichnung: Röntgenuntersuchungsgerät

IPC: H 05 G, G 01 N, A 61 B

Bemerkung: Der Firmensitz der Anmelderin war bei Einreichung
dieser Anmeldung Aachen/DE

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.**

München, den 23. Juni 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoß



BESCHREIBUNG

Röntgenuntersuchungsgerät

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Darstellung eines aus mehreren Teilbereichen zusammengesetzten Bildes, ein Verfahren zur Darstellung von derartigen Bildern und ein
5 Röntgenuntersuchungsgerät.

Derartige Vorrichtungen werden im Bereich der Medizintechnik bei Bildgenerationsvorrichtungen eingesetzt. Es werden Teilbereiche von Röntgendetektoren von unterschiedlichen Ausleseeinheiten ausgelesen, wobei die Ausleseeinheiten jeweils ein
10 unterschiedliches nichtlineares Verhalten aufweisen. Dadurch entstehen für das menschliche Auge sichtbare Bildfehler, die sich in Form von Streifen auf dem Bild niederschlagen.

In der WO 96/19893 wird ein Bildaufnahmegerät beschrieben, bei dem ein Bildsignal in
15 mehrere Teilbilder zerlegt wird. Dabei wird das Bildsignal in zwei Teilbilder zerlegt, die jeweils Detektorfeldern zugeführt werden. In einer Kombinationseinheit wird aus diesen Teilbildern wieder ein Gesamtbildsignal gebildet. Eine Korrektureinheit ist zur Korrektur von Unterschieden in den Teilbildern vorgesehen. Dazu werden Helligkeitswerte von Spalten eines ersten Teilbildes mit einem Spaltenverstärkungsfaktor und Helligkeitswerte
20 von Zeilen eines zweiten Teilbildes mit einem Zeilenverstärkungsfaktor multipliziert. Die Verstärkungsfaktoren werden aus Referenzbildern gewonnen und in einem Speicher abgelegt.

Medizinische Bilder werden meist als Graustufenbilder angezeigt. Zur Erzeugung
25 derartiger Graustufenbilder werden beispielsweise Röntgen- und Ultraschallgeräte oder Computer- oder Magnetresonanz-Tomographiegeräte eingesetzt.

Die Erfindung gibt eine spezielle Vorrichtung zur Korrektur von mit Fehlern behafteten Bildern für einen flachen dynamischen Röntgendetektor an. Derartige Röntgendetektoren
30 werden für Röntgenuntersuchungsgeräte im Bereich der medizinischen Diagnostik

eingesetzt. Sie sind als universelle Detektorkomponenten in verschiedenen anwendungsspezifischen Röntgengeräten einsetzbar. Für ihren Betrieb in den verschiedenen Anwendungen ist es sehr wichtig, daß die erzeugten Bilder weitgehend frei von Artefakten sind.

5

Dynamische Röntgendetektoren sind in mehrere Teilbereiche untergliedert, wobei für jeden Teilbereich je eine Ausleseeinheit benutzt wird. Jeder Teilbereich umfaßt mehrere Bildgebiete. Die detektierten Signale oder Bilddaten eines Teilbereiches werden von einer Ausleseeinheit verstärkt, wobei eine Ausleseeinheit die mehreren Bildgebiete eines

10 Teilbereiches ausliest. Die am Rand von aneinandergrenzenden Teilbereichen befindlichen benachbarten Bildgebiete werden demzufolge von unterschiedlichen Ausleseeinheiten ausgelesen. Ein diesen unterschiedlichen Ausleseeinheiten anhaftendes unterschiedliches Verstärkerverhalten wirkt sich durch abrupte Grauwertübergänge an diesen benachbarten Bildgebieten aus. Diese abrupten Grauwertübergänge stellen sich im darzustellenden Bild
15 als Streifen dar.

Durch Rauschunterdrückung oder Bildsubtraktion wird diese Beeinträchtigung noch verstärkt. Die beschriebenen Artefakte sind bei zunehmendem Rauschanteil schlechter sichtbar. Da das Auge eine integrative Eigenschaft aufweist, wird der effektiv vorhandene
20 Rauschanteil unterdrückt und die Artefakte oder Fehler treten deutlich hervor. Bei einer zur Hervorhebung von Bildinhalten notwendigen Subtraktion werden zwei Bilder voneinander subtrahiert. Durch diese Subtraktion wird ein Unterschied in dem Verstärkerverhalten aneinandergrenzender Ausleseeinheiten besonders deutlich.

25 Mittels regelmäßiger Rekalibrationsprozesse und der Anwendung von in den Rekalibrationsprozessen gewonnenen Informationen über das nichtlineare Verstärkerverhalten benachbarter Ausleseeinheiten kann dieses unterschiedliche nichtlineare Verstärkerverhalten korrigiert werden. Jedoch erfordert eine derartige Rekalibration Eingriffe und Einweisungen des medizinischen oder technischen Personals.

30

Um eine Rekalibrierung vornehmen zu können wird eine vorgegebene Anzahl von Röntgenbelichtungen mit nachvollziehbaren Strahlendosen auf den Röntgendetektor

angewendet. Auch mittels Abbildung spezieller Kalibrationsphantome läßt sich die Menge der Strahlendosis in jedem Detektorteilbereich ermitteln, so daß aus den auftretenden Differenzen in der Abbildung eine Abweichung der nichtlinearen Verstärkerkennlinien voneinander festgestellt werden kann.

5

Da dieses nichtlineare Verstärkerverhalten Veränderungen unterliegt, muß eine regelmäßige Korrektur angewendet werden. Die Veränderung kann nicht als fester Parameter über die Lebenszeit eines Bilderzeugungssystems betrachtet werden. Dieses nichtlineare Verstärkerverhalten kann durch Veränderungen der Detektorposition durch inhomogene Wärmeverluste hervorgerufen werden oder auch das Resultat von Alterung der Verstärkerschaltkreise sein.

10

Nachteilig bei den erwähnten regelmäßig durchzuführenden manuellen Korrekturen ist einerseits der Eingriff des Benutzerpersonals und andererseits die zusätzlich erforderlichen Röntgenbelichtungen, die für regelmäßige manuelle Korrekturen notwendig wären. Eine sich aus dieser manuellen Korrektur ergebende Anpassungstabelle mit Korrekturdaten, würde solange auf alle folgenden Bilddaten angewendet werden, bis eine erneute manuelle Korrektur durchgeführt wird. In der Zwischenzeit auftretende Veränderungen im Verstärkerverhalten werden somit nicht erfaßt.

20

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit denen eine regelmäßige und akkurate Rekalibration oder Korrektur nichtlinearen Verstärkerverhaltens ohne zusätzliche Röntgenstrahlendosis oder Eingriffe des Benutzers durchgeführt werden kann.

25

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Darstellung eines aus mehreren Teilbereichen zusammengesetzten Bildes mit

einem mehrere Sensorelemente enthaltende Detektor zur Erzeugung von Bilddaten, den Teilbereichen des Bildes zugeordnete Ausleseeinheiten,

30

einer Analyseeinheit, die zur Auswertung von Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter Teilbereiche und zur Erzeugung von Korrekturdaten vorgesehen ist, und einer Korrektureinheit, die zur Korrektur von mit Fehlern behafteten Bilddaten mittels

Korrekturdaten vorgesehen ist, gelöst.

Der Röntgendetektor setzt sich aus einer Matrix von Sensorelementen zusammen, die in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Das von diesem Röntgendetektor erzeugte Bild läßt
5 sich in Teilbereiche untergliedern, wobei jeder Teilbereich mehrere Bildgebiete umfaßt und jedem Teilbereich eine Ausleseeinheit zugeordnet ist. Diese Ausleseeinheiten dienen der Verstärkung detektierter Bilddaten.

Die Ausleseeinheiten sind als Verstärker ausgeführt, wobei jeder dieser Verstärker die ihm
10 zugeführten Bilddaten mit einer ihm anhaftenden nichtlinearen Verstärkungskennlinie verstärkt, was zu einer unterschiedlichen Verstärkung der Bilddaten führt.

Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, daß die Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter Ausleseeinheiten keine abrupten Werteänderungen aufweisen.
15 Vielmehr ist davon auszugehen, daß die Bilddaten benachbarter Bildgebiete annähernd die gleichen Werte annehmen. Im Umkehrschluß kann gefolgert werden, daß wenn eine sprunghafte Werteänderung auftritt, diese von Nichtlinearitäten herrührt.

Die Bilddaten medizinischer Bilder beinhalten weitestgehend Graustufenwerte. Ein
20 Bildgebiet kann durch eine Bildspalte oder -zeile oder Teile davon gebildet werden und umfaßt mehrere Bildpixel. Für die Graustufenwerte benachbarter Bildgebiete wird davon ausgegangen, daß sie gleiche Grauwertstufen aufweisen.

Auch für Farbbilder, bei den die Bilddaten durch einen Vektor, der die RGB-Anteile
25 enthält, repräsentiert werden, kann von der Annahme ausgegangen werden, daß aneinandergrenzende Bildgebiete benachbarter Teilbereiche normalerweise gleiche Werte annehmen. Das gleiche gilt für Bilder die durch Amplituden- und Phasenwerte repräsentiert werden.

30 Um eine Korrektur von hoher Qualität zu erreichen, wird basierend auf der oben beschriebene Annahme ein Reihe von Ausnahmeregelungen getroffen.

Paare von Graustufenwerten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter Teilbereiche, deren Unterschied im Graustufenwert über einem vorgebbaren Schwellwert liegt, werden nicht in die Erzeugung der Korrekturdaten mit einbezogen, da eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, daß dieser Unterschied nicht vom dem nichtlinearen

- 5 Verstärkerverhalten der benachbarten Ausleseeinheiten hervorgerufen wird. Desweiteren werden Bildgebiete, in denen mittels einer Vorverarbeitung eine Interpolation aufgrund von Pixelfehlern vorgenommen wurde, auch von der Erzeugung der Korrekturdaten ausgeschlossen. Bildgebiete, die in der unmittelbaren Nähe von Kollimatorblenden liegen, deren Position mittels eines Algorithmus berechnet wird, werden auch nicht für die
- 10 Erzeugung der Korrekturdaten benutzt.

Die Graustufenwerte benachbarter Bildgebiete, die von unterschiedlichen Verstärkern verstärkt werden, werden in einer Analyseeinheit analysiert. In der Analyseeinheit werden mittels zugeführter Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter

- 15 Ausleseeinheiten Korrekturdaten erzeugt. Diese Korrekturdaten werden in einer Korrektureinheit auf die mit Fehlern behafteten Bilddaten derart angewendet, daß die Bilddaten des beispielsweise rechten Teilbereiches, die mit der jeweiligen Verstärkungskennlinie verstärkt wurden, der ersten Verstärkungskennlinie des benachbarten linken Teilbereiches angeglichen werden. Dabei wird diese Korrektur auf alle
- 20 zu diesem Teilbereich gehörenden Bildgebiete angewendet.

Die Korrektur oder Anpassung wird für alle Teilbereiche durchgeführt, so daß nach dieser Korrektur keine durch unterschiedliche nichtlineare Verstärkungskennlinien hervorgerufenen Bildfehler mehr auftreten.

25

Die Korrekturdaten werden vorzugshalber in einem Speicher abgelegt. Aus diesem können sie jederzeit aufgerufen werden und in der Korrektureinheit angewendet werden.

- Die Analyseeinheit enthält einen Histogrammgenerator. Diesem Histogrammgenerator
- 30 werden Bilddaten benachbarter Bildgebiete aneinandergrenzender Teilbereiche zugeführt.

Über das Auftreten der entsprechenden Graustufenwerte jedes der beiden betrachteten

10 Bildgebiete wird je ein Histogramm gebildet. Je nach gewünschter Genauigkeit der Korrektur werden die Graustufenwerte in Klassen unterteilt. Dem Histogrammgenerator werden über einen bestimmten Zeitraum die jeweiligen Bilddaten zugeführt. Diese beiden Histogramme, in denen das Auftreten der entsprechenden Graustufenwerte der einzelnen

5 Bildgebiete über die gesamte Breite der möglichen Graustufenwerte dargestellt wird, werden der Summationseinheit zugeführt.

In der Summationseinheit wird jeweils aus den im Histogrammgenerator erzeugten Histogrammen ein kumulatives Histogramm erzeugt. Die sich ergebenden kumulativen

10 Histogramme weisen gegebenenfalls Unterschiede in ihrem Verlauf auf. Anhand dieser Unterschiede läßt sich auf ein unterschiedliches Verstärkerverhalten der die benachbarten Teilbereiche verstärkenden Ausleseseinheiten schließen.

In analytischer Betrachtungsweise werden vom Histogrammgenerator Dichtefunktionen

15 gebildet, die in der Summationseinheit integriert werden, so daß hier die Verteilungsfunktionen aus den Dichtefunktionen gebildet werden.

In der Adaptionseinheit wird eine funktionelle Abhängigkeit der Bilddaten des zweiten Bildgebietes in Abhängigkeit von den Bilddaten des ersten Teilgebietes berechnet. Diese

20 funktionelle Abhängigkeit wird in Form einer Gegenüberstellung korrespondierender Graustufenwerte in einer Anpassungstabelle niedergelegt. Die Korrekturdaten stellen den Inhalt der Anpassungstabelle dar, die von der Korrekturereinheit auf die mit Fehlern behafteten Bilddaten angewendet werden.

25 Mittels dieser Anpassungstabelle werden in der Korrekturereinheit die Bilddaten so korrigiert, daß nach dieser Korrektur Fehler oder Artefakte im Röntgenbild, die von einem unterschiedlichen Verstärkungsverhalten stammen, nicht mehr sichtbar sind.

Von einer Anzeigeeinheit wird ein, von derartigen Fehlern bereinigtes, medizinisches,

30 beispielsweise der Diagnose dienendes Bild angezeigt.

Die Berechnung der Korrekturdaten in der Analyseeinheit ist nicht auf die Anwendung im

Röntgenbereich gebunden, sie kann vielmehr in allen Bereichen der Signalverarbeitung eingesetzt werden, in denen zeitinvariantes nichtlineares Verstärkerverhalten auftritt.

Die vom Detektor erzeugten Bilddaten werden der Analyseeinheit vorzugsweise nur mit
5 verringerter Taktgeschwindigkeit zugeführt. Die Berechnung der Korrekturdaten erfordert
je nach Genauigkeit entsprechende Rechenleistung, so daß beispielsweise nur jedes zweite
Bild des Detektors der Analyseeinheit zugeführt wird. Die Genauigkeit der Korrektur wird
durch diese Verzögerung nicht verschlechtert, da Änderungen im Verstärkungsverhalten
der Ausleseeinheiten nicht in diesen Zeitrelationen auftreten, sondern nur über längere
10 Zeiträume zu beobachten sind.

Für die Erzeugung der Korrekturdaten können applikationsabhängig auch mehrere
Bildgebiete der aneinander anzupassenden Teilbereiche verwendet werden, deren
Dichtefunktionen oder Histogramme dann mittels geeigneter Operation miteinander
15 verknüpft werden.

Die Aufgabe wird auch durch ein Röntgenuntersuchungsgerät gelöst, mit einer
Röntgenquelle, um Röntgenstrahlen zu emittieren und ein Röntgenbild zu erzeugen
einem Röntgendetektor, um ein optisches Bild aus dem Röntgenbild zu erhalten,
20 der zeilen- und spaltenförmig angeordnete Sensorelemente enthält und dem wenigstens
zwei Verstärker zum Auslesen detektierter Bilddaten zugeordnet sind und jedem
Teilbereich wenigstens ein Verstärker zum Auslesen detektierter Bilddaten zugeordnet ist,
einer Analyseeinheit zur Erzeugung von Korrekturdaten, basierend auf der Auswertung von
Bilddaten aneinandergrenzender Teilgebiete benachbarter Verstärker und
25 einer Korrekturereinheit zur Korrektur der mit Fehlern behafteten Bilddaten mittels der
Korrekturdaten.

Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Darstellung eines aus mehreren
Teilbereichen zusammengesetzten Bildes gelöst, wobei jedem Teilbereich eine
30 Ausleseeinheit zugeordnet ist, bei der zur Angleichung von Unterschieden in
Verstärkercharakteristika Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter
Teilbereiche ausgewertet werden.

Die Aufgabe wird ebenfalls durch ein Computerprogramm zur Korrektur von Bilddaten eines aus mehreren Teilbereichen zusammengesetzten Bildes gelöst, bei dem Teilbereichen des Bildes jeweils eine Ausleseseinheit zugeordnet ist und Bilddaten von Teilgebieten aneinandergrenzender Teilbereiche benachbarter Ausleseseinheiten mittels Histogrammbildung ausgewertet werden, um nach einer Integration der Histogramme Korrekturdaten zu erzeugen, mittels der die Bilddaten des einen Teilgebietes an die Verstärkercharakteristik der Ausleseseinheit, die das angrenzende Teilgebiet verstärkt, angepaßt werden.

10

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- | | |
|----------|--|
| Fig.1 | schematischer Aufbau einer Vorrichtung zur Darstellung von Bildern |
| Fig.2 | Aufbau eines Detektors |
| 15 Fig.3 | Dichtefunktionen von Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter Ausleseseinheiten |
| Fig.4 | Wahrscheinlichkeitsfunktionen der Bilddaten |
| Fig.5 | Adaption der Bilddaten |
| Fig.6 | mit Fehlern behaftetes Röntgenbild |
| 20 Fig.7 | von Fehlern bereinigtes Röntgenbild |

- Figur 1 zeigt den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Der Detektor 11 erzeugt die Bilddaten die einer Vorverarbeitungseinheit 19 und von dort der Analyseeinheit 12 und der Korrektureinheit 13 zugeführt werden. In der Vorverarbeitungseinheit wird beispielsweise eine Offsetkorrektur vorgenommen. In der Analyseeinheit 12 wird aus den Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter Teilgebiete jeweils ein Histogramm im Histogrammgenerator 15 erzeugt. Diese Histogramme werden der Summationseinheit 16 zugeführt, in der aus diesen Histogrammen die kumulativen Histogramme gebildet werden. In der Adaptionseinheit 17 wird für jeden betrachteten Graustufenwert des einen Bildgebietes der korrespondierende Graustufenwert des anderen Bildgebietes berechnet. Anhand dieser Berechnung wird die funktionelle Abhängigkeit der betrachteten Bilddaten erzeugt. Die somit erzeugten Korrekturdaten werden direkt der

30

Korrektureinheit 13 zugeführt und außerdem in jeweils aktuellster Form in einem Speicher 14 abgelegt. Die Bilddaten vom Detektor, die der Korrektureinheit 13 direkt zugeführt werden, werden jetzt mittels der Korrekturdaten in der Anpassungstabelle korrigiert und an die Anzeigeeinheit 10 übertragen, die nicht zwingend unmittelbar an dieser

5 Vorrichtung angeordnet sein muß, sondern auch per Datennetz verbunden, sich an entfernten Stationen befinden kann.

Figur 2 zeigt den Aufbau eines Röntgendetektors. Ein Röntgendetektor wandelt ankommende Röntgenstrahlung in beispielsweise sichtbares Licht, das dann von

10 Photosensoren detektiert und den Ausleseeinheiten zugeführt wird. Die Ausleseeinheiten sind hier als Verstärker V_1 bis V_N realisiert. Jeder Verstärker V_N ist einem Teilbereich T_1 bis T_N zugeordnet. Jedes Teilgebiet umfaßt mehrere Bildgebiete. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein Bildgebiet durch eine Bildspalte S_N dargestellt. Der Teilbereich T_1 enthält 64 Bildspalten S_1 bis S_{64} . Teilbereich T_2 und alle folgenden

15 enthalten ebenfalls 64 Bildspalten.

Die Bilddaten der aneinandergrenzenden Bildspalten S_{64} und S_{65} , die von den Verstärkern V_1 und V_2 verstärkt werden, werden der Analyseeinheit und dort zuerst dem Histogrammgenerator 15 zugeführt.

20

In Figur 3 sind die Histogramme der beiden betrachteten Bildspalten S_{64} und S_{65} dargestellt. Hierbei ist deutlich sichtbar, daß für einen Graustufenwert um 13500 die Bilddaten der Bildspalte S_{64} ein Maximum aufweisen und im Gegensatz dazu die Bilddaten der Bildspalte S_{65} ihr Maximum bei $y=14000$ haben. Der Histogrammgenerator liefert mit dem

25 Histogramm eine Zuordnung der Graustufenwerte in Graustufenklassen oder -bereiche, wobei die Häufigkeit des Auftretens eines Graustufenwertes in dem zugeführten Bilddaten des betrachteten Bildgebiet in der jeweiligen Klasse dargestellt wird.

Ausgehend von der Annahme, daß die Bilddaten aneinandergrenzender Bildspalten

30 benachbarter Verstärker normalerweise gleiche Graustufenwerte aufweisen, liegt in dem betrachteten Fall ein Unterschied vor, der auf unterschiedliches Verstärkungsverhalten der Verstärker V_1 und V_2 schließen läßt. Bei gleichem Verstärkungsverhalten lägen die

Funktionverläufe der Dichtefunktionen $f_{64}(y)$ und $f_{65}(y)$ übereinander.

In Figur 4 ist der integrierte oder hier der summierte Verlauf der Dichtfunktionen $f_{64}(y)$ und $f_{65}(y)$ aufgezeigt. Durch Zuführung der Dichtfunktionen $f_{64}(y)$ und $f_{65}(y)$ der

- 5 Bildspalten S_{64} und S_{65} zur Summationseinheit werden die kumulativen Histogramme oder die Verteilungsfunktionen $F_{64}(y)$ und $F_{65}(y)$ der Dichtfunktionen gebildet.

Diese zeigen den Verlauf der Summierung der absoluten Graustufenwerte und geben an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Graustufenwert unter einem bestimmten Wert liegt.

- 10 In Figur 5 ist die Adaption dargestellt, die in der Adaptionseinheit 17 vorgenommen wird. Dazu wird für jeden Graustufenwert y_{65} der Verteilungsfunktionswert $F_{65}(y)$ aus den Verteilungsfunktion ermittelt (Schritt 1). Mit diesem Verteilungsfunktionswert $F_{65}(y)$ wird der Verteilungsfunktionswert $F_{64}(y)$ aufgefunden (Schritt 2). Zu diesem Verteilungsfunktionswert $F_{64}(y)$ wird der Graustufenwert y_{64} der Verteilungsfunktion
- 15 $F_{64}(y)$ ermittelt. Die so ermittelte Anpassungstabelle $A(T_2 \rightarrow T_1)$ von Graustufenwerten y_{65} auf Graustufenwerte y_{64} stellt eine tabellarische Vorschrift zur Anpassung der Bilddaten des Teilbereichs T_2 an den Teilbereich T_1 dar.

- Durch die wiederholte Anwendung dieser Adaptionsschritte auf je zwei benachbarte
- 20 Teilbereiche werden Korrekturdaten gewonnen, die geeignet sind, jeweils diese zwei Teilbereiche bezüglich ihrer Verstärkungskennlinien aneinander anzupassen. Durch die Anwendung der Anpassungstabelle $A(T_2 \rightarrow T_1)$ auf die Anpassungstabelle $A(T_3 \rightarrow T_2)$ zur Anpassung des Teilbereichs T_3 auf den Teilbereich T_2 wird eine Anpassungstabelle $A(T_3 \rightarrow T_1)$ für die Anpassung des Teilbereichs T_3 an den Teilbereich T_1 gewonnen.
- 25 Auf diese Art werden Anpassungstabellen für alle Verstärkungskennlinien der Teilbereiche T_1 bis T_N gewonnen, die direkt in der Korrektureinheit mit gleichem Zeitaufwand angewendet werden können.

Figur 6 zeigt ein mit Streifenartefakten behaftetes Röntgenbild.

- 30 Figur 7 zeigt das nach Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens korrigierte

Röntgenbild.

Ein verwendeter flacher Röntgendetektor weist beispielsweise eine Fläche von 1024 x 1024 Sensorelementen auf. Jeder von diesem Röntgendetektor detektierte Graustufenwert wird
5 mit 10 Bit kodiert. Die Bildwiederholfrequenz beträgt etwa 30 Bilder pro Sekunde. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, nicht jedes Einzelbild der Analyseeinheit zuzuführen, sondern beispielsweise nur jedes zweite. In der Analyseeinheit werden die Korrekturdaten der Anpassungstabellen berechnet, wobei für alle während diese Berechnung zu
10 prozessierenden Einzelbilder mit der jeweils aktuellen Anpassungstabelle, die beispielsweise im Speicher abgelegt ist, korrigiert werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Darstellung eines aus mehreren Teilbereichen (T_1 bis T_N) zusammengesetzten Bildes mit
- einem mehrere Sensorelemente enthaltende Detektor zur Erzeugung von Bilddaten
 - den Teilbereichen (T_1 bis T_N) des Bildes zugeordnete Ausleseeinheiten (V_1 bis V_N)
 - 5 - einer Analyseeinheit (12), die zur Auswertung von Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete (S_{64} und S_{65}) benachbarter Teilbereiche (T_1 und T_2) und zur Erzeugung von Korrekturdaten vorgesehen ist
 - einer Korrekturereinheit (13), die zur Korrektur von mit Fehlern behafteten Bilddaten mittels Korrekturdaten vorgesehen ist.
- 10
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor mehrere in Matrixform angeordnete Sensorelemente umfaßt, die in Zeilen und Spalten untergliedert sind.
- 15
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Zeilen oder Spalten oder Teile davon ein Bildgebiet bilden und mehrere Bildgebiete einen Teilbereich bilden und Verstärker zum Auslesen von Teilbereichen vorgesehen sind.
- 20
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Analyseeinheit (12) zur Zuführung von Bilddaten aneinandergrenzender Spalten benachbarter Verstärker vorgesehen ist und einen Histogrammgenerator (15) zur Erzeugung von Histogrammen der zugeführten Bilddaten enthält und eine Summationseinheit (16) zur Erzeugung von kumulativen Histogrammen aus den
- 25
- Histogrammen und

eine Adaptionseinheit (17) zur Bildung einer funktionellen Abhängigkeit zwischen den Verstärkungskennlinien der Verstärker benachbarter Spalten und zur Erzeugung von Korrekturdaten angeordnet ist.

- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Speicher (14) zur Speicherung der Korrekturdaten vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Histogrammgenerator
(15) zur Zuführung der Bilddaten und zur Erzeugung von Histogrammen über ein
10 vorgebbares Zeitintervall vorgesehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Analyseeinheit (12) die
Bilddaten mit verringerter Geschwindigkeit zugeführt werden.
- 15 8. Röntgenuntersuchungsgerät mit
einer Röntgenquelle um Röntgenstrahlen zu emittieren und ein Röntgenbild zu erzeugen
einem Röntgendetektor, um ein optisches Bild aus dem Röntgenbild zu erhalten,
der zeilen- und spaltenförmig angeordnete Sensorelemente enthält und dem wenigstens
zwei Verstärker (V_1 bis V_N) zum Auslesen detektierter Bilddaten zugeordnet sind und
20 jedem Teilbereich (T_1 bis T_N) wenigstens ein Verstärker zum Auslesen detektierter
Bilddaten zugeordnet ist, gekennzeichnet durch
eine Analyseeinheit (12) zur Erzeugung von Korrekturdaten, basierend auf der Auswertung
von Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete (S_{64} und S_{65}) benachbarter Teilbereiche
(T_1 und T_2) und durch
25 eine Korrekturereinheit (13) zur Korrektur der mit Fehlern behafteten Bilddaten mittels der
Korrekturdaten.
9. Verfahren zur Darstellung eines aus mehreren Teilbereichen (T_1 bis T_N)
zusammengesetzten Bildes, wobei jedem Teilbereich eine Ausleseseinheit (V_1 bis V_N)
30 zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet,

daß zur Angleichung von Unterschieden in Verstärkercharakteristika Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete (S_{64} und S_{65}) benachbarter Teilbereiche (T_1 und T_2) ausgewertet werden.

- 5 10. Computerprogramm zur Korrektur von Bilddaten eines aus mehreren Teilbereichen (T_1 bis T_N) zusammengesetzten Bildes, wobei Teilbereichen (T_1 bis T_N) des Bildes jeweils eine Ausleseeinheit (V_1 bis V_N) zugeordnet ist und Bilddaten von Bildgebieten (S_{64} und S_{65}) aneinandergrenzender Teilbereiche (T_1 und T_2) benachbarter Ausleseeinheiten (V_1 und V_2) mittels Histogrammbildung ausgewertet werden, um nach einer Integration der
- 10 Histogramme Korrekturdaten zu erzeugen, mittels der die Bilddaten des einen Teilgebietes (T_2) an die Verstärkercharakteristik der Ausleseeinheit (V_1), die das angrenzende Teilgebiet (T_1) verstärkt, angepaßt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Röntgenuntersuchungsgerät

- Vorrichtung zur Darstellung eines aus mehreren Teilbereichen zusammengesetzten Bildes mit einem mehrere Sensorelemente enthaltende Detektor zur Erzeugung von Bilddaten, 5 den Teilbereichen des Bildes zugeordneten Ausleseeinheiten, einer Analyseeinheit, die zur Auswertung von Bilddaten aneinandergrenzender Bildgebiete benachbarter Teilbereiche und zur Erzeugung von Korrekturdaten vorgesehen ist, einer Korrektureinheit, die zur Korrektur von mit Fehlern behafteten Bilddaten mittels Korrekturdaten vorgesehen ist, mit der eine regelmäßige und akkurate Rekalibration oder Korrektur nichtlinearen 10 Verstärkerverhaltens ohne zusätzliche Röntgenstrahlendosis oder Eingriffe des Benutzers durchgeführt werden kann.

Fig.1

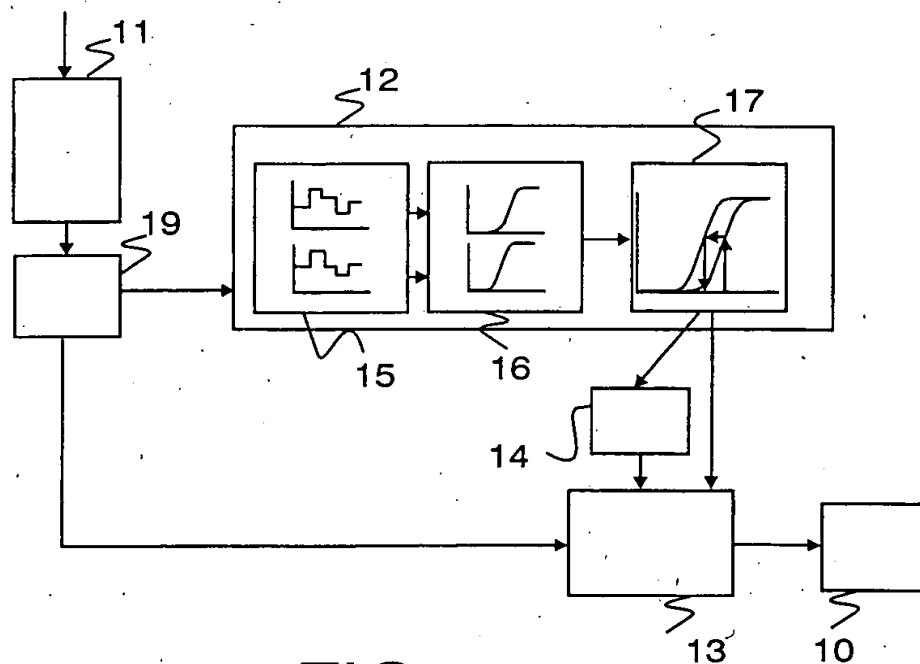


FIG. 1

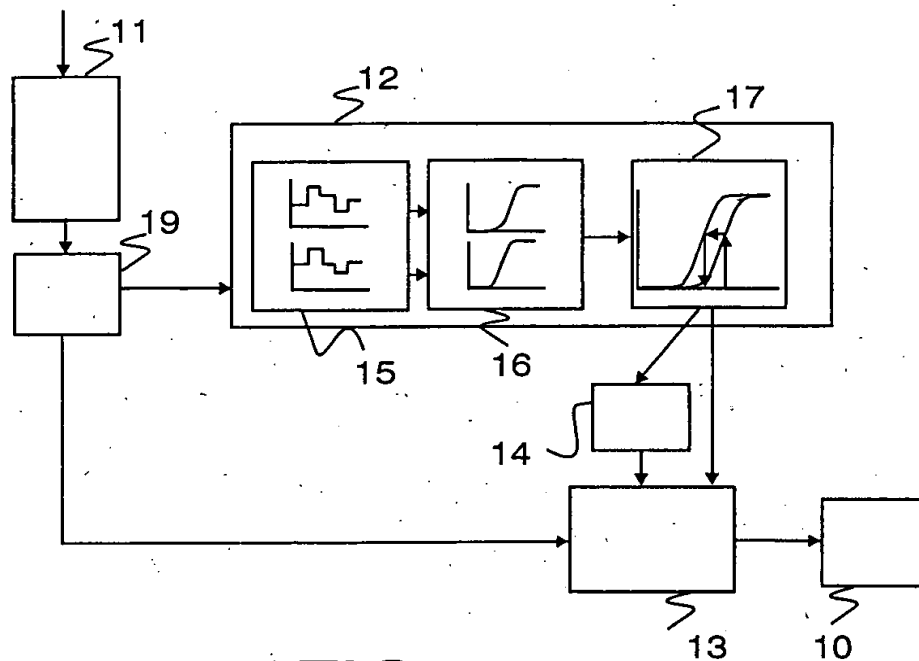


FIG. 1

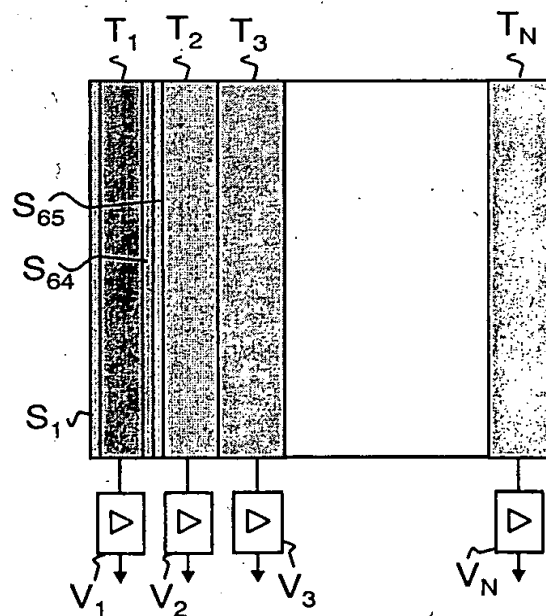


FIG. 2

2/3

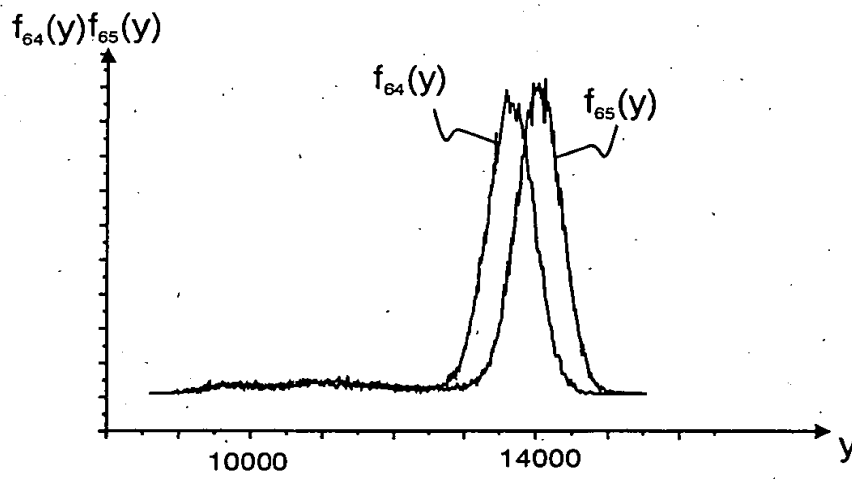


FIG. 3

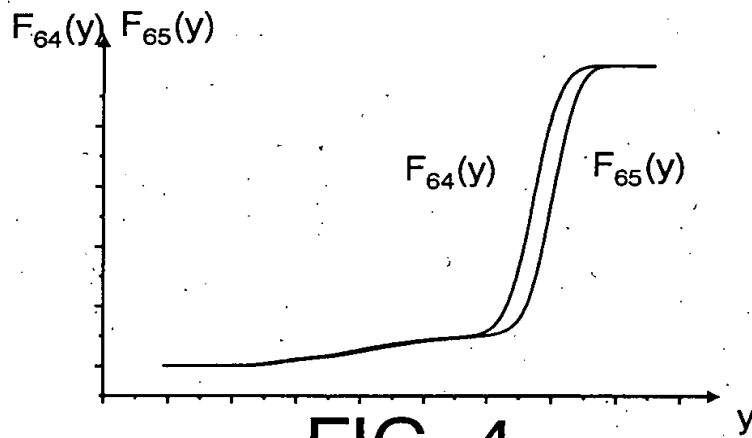


FIG. 4

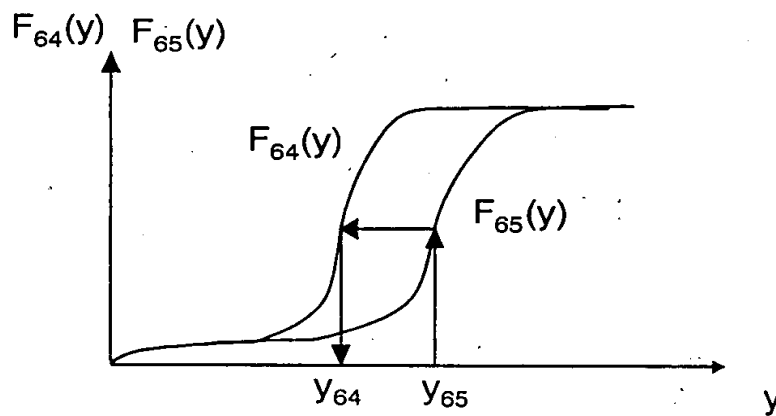


FIG. 5

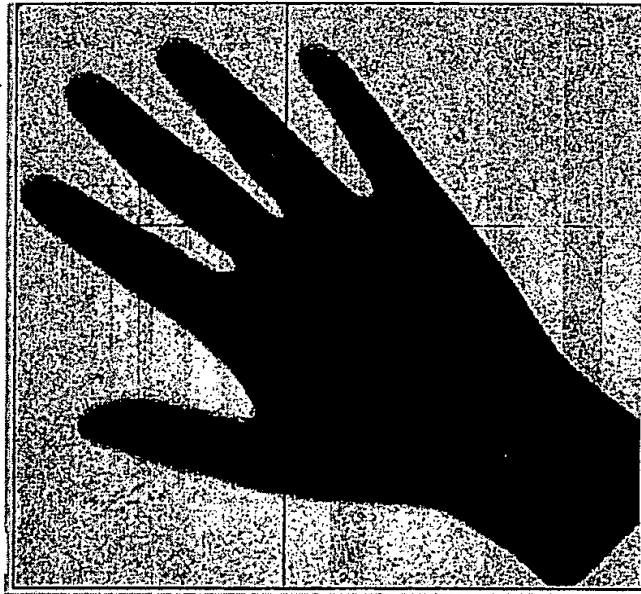


FIG. 6

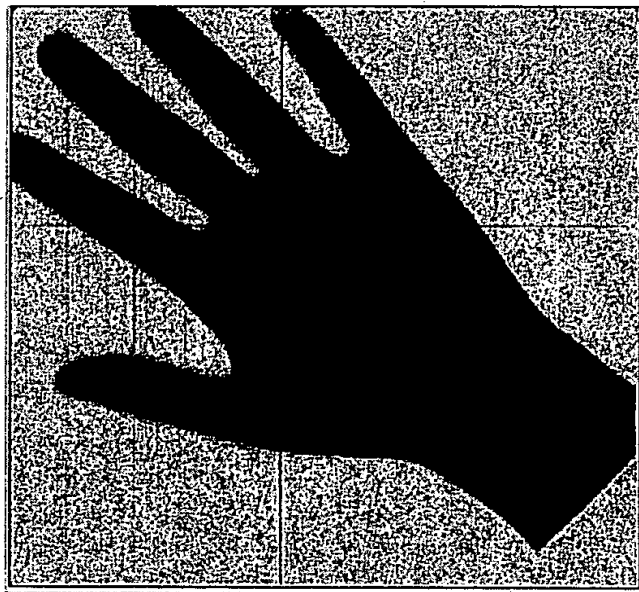


FIG. 7